

**JOQARI HA'M ORTA ARNAWLI BILIMLENDIRIW  
MINISTRILIGI  
BERDAQ ATINDAG'I QARAQALPAQ MA'MLEKETLIK  
UNIVERSITETI  
TEXNIKA FAKULTETI  
IMARAT HA'M SOORUJENIELER QURILISI KAFEDRASI  
3-IMARAT HA'M INSHAATLAR QURILISI QA'NIGELIGI  
QURILIS MEXANIKASI PA'NINEN  
ESAPLAW-GRAFIKALIQ JUMISI**

**Tema: KO'P ARALIQLI STATIKALIQ ANIQ SHARNIRLI  
BALKALARDI ESAPLAW**

ORINLAG'AN:

ORAZBAEV S

QABILLAG'AN:

ALLAMBERGENOV A

NO'KIS-2016

### **Ko'p aralıqlı statikalıq anıq sharnirli balkalar qozg'almas sırtqı ju'kler ta'sirine to'mendegi ta'rtipte esaplanadı:**

1. ko'p aralıqlı statikalıq anıq balkadag'ı sharnirler sanı formula ja'rdeminde tekseriledi h'a'm olardin' jaylasıwı kinematikalıq analizlenedi;

2. balka bo'limlerinin' o'z-ara baylanısı, qabatlar sxeması qurılıp, tiykarg'ı, ja'rdemshi h'a'm aspa balkalar belgilenedi;

3. esaplaw, tayanış reaksiyaların anıqlaw, iyildiriwshi moment h'a'm kese ku'sh epyuraların qurıw aspa balkadan baslanadı;

4. tiykarg'ı h'a'm ja'rdemshi balkalar ushın iyildiriwshi moment h'a'm kese ku'sh epyuraların sızıwda og'an qoyılğ'an sırtqı ju'kler qatarında, onın' ushlarına tayang'an aspa balkalardin' tayanış reaksiyaları kerı bag'ıtta esapqa alınadı;

5. tiykarg'ı, ja'rdemshi h'a'm aspa balkalardin' iyildiriwshi moment h'a'm kese ku'sh epyuraları sızılğ'annan keyin olar bir koordinatalar sistemasına keltirilip, ko'p aralıqlı balka ushın ulıwma iyildiriwshi moment, kese ku'sh epyuraları qurıladı h'a'm tekseriledi.

**Esaptın' beriliwi:** 1.1a-su'wrette ko'rsetilgen qozg'almas sırtqı ju'kler ta'sirindegi ko'p aralıqlı anıq sharnirli balka ushın iyildiriwshi moment h'a'm kese ku'sh epyuraları qurılsın.

#### **Sheshiliwi:**

1) *1.1a– su'wrette berilgen balkanı kinematikalıq analizlew.*

To'mendegi formula ja'rdeminde balkadag'ı sharnirler sanın anıqlaymaz

$$Sh = S_t - 3 = 6 - 3 = 3$$

Ko'p aralıqlı balkada 3 dana sharnir bolıp, olar sharnirlerdi jaylastırıw qag'ıydasına muwapıq qoyılğ'an. Demek, ko'p aralıqlı sharnirli balka geometriyalıq o'zgermes bolıp, statikalıq anıq eken.

2) *Balka elementlerinin' o'z-ara baylanısının' qabatlar sxeması 1.1,b-su'wrette ko'rsetilgen bolıp, onda tiykarg'ı, ja'rdemshi h'a'm aspa balkalar belgilep ko'rsetilgen.*

3) *Joqarıda ko'rsetip o'tkenimizdey esaplaw aspa  $Sh_1, Sh_2$  balkadan baslanadı.* Da'slep balkanın' tayanış reaksiyaların anıqlaymız (1.1.v – su'wret):

$$\sum M_{Sh_1} = -R_{Sh_1} \cdot 3 + q \cdot 3 \cdot 1,5 = 0, \text{ bunda } R_{Sh_1} = \frac{q \cdot 3 \cdot 1,5}{3} = 3kN;$$

$$\sum M_{Sh_2} = R_{Sh_2} \cdot 3 - q \cdot 3 \cdot 1,5 = 0, \text{ bunda } R_{Sh_2} = \frac{q \cdot 3 \cdot 1,5}{3} = 3kN.$$

Tekseriw:  $\sum Y = R_{Sh_1} + R_{Sh_2} - q \cdot 3 = 3 + 3 - 2 \cdot 3 = 0.$

Demek, tayanış reaksiyaları durıs anıqlang'an. A'piwayı kesimler usılınan paydalanıp,  $M_x, Q_x$  ishki ku'shlerin anıqlaw:

$$M_{x_1} = R_{Sh_1} \cdot x_1 - q \frac{x_1^2}{2} = 3 \cdot x_1 - 2 \frac{x_1^2}{2};$$

$$Q_{x_1} = R_{Sh_1} - q \cdot x_1 = 3 - 2 \cdot x_1;$$

$$0 \leq x_1 \leq 3m \quad \text{aralığı'nda o'zgeredi.}$$

Eger  $x_1 = 0$  bolsa:  $M_{x_1} = 0; Q_{x_1} = 3 - 2 \cdot 0 = 3kN;$

$$x_1 = 1,5m \text{ bolsa: } M_{x_1} = 3 \cdot 1,5 - \frac{2}{2} \cdot 1,5^2 = 2,25kNm;$$

$$Q_{x_1} = 3 - 2 \cdot 1,5 = 0;$$

$$x_1 = 3m \text{ bolsa: } M_{x_1} = 0; \quad Q_{x_1} = 3 - 2 \cdot 3 = -3kN.$$

Bul ordinatalar tiykarında  $M_x$  h'a'm  $Q_x$  epyuraları sızıladı. İyildiriwshi moment epyurası parabola nızamı menen o'zgeredi (1.1.v – su'wret).

4) *Ja'rdemshi Sh<sub>3</sub> E balkasın esaplaw.* Balkanın' tayanış reaksiyaların anıqlaymız(1.1.g–su'wret):

$$\sum M_{Sh_3} = -R_E \cdot 6 + P_2 \cdot (3 + 6) + q \cdot 6 \cdot 3 = 0, \text{ bunnan } R_E = \frac{8 \cdot 9 + 4 \cdot 6 \cdot 3}{6} = 24kN;$$

$$\sum M_E = R_{Sh_3} \cdot 6 + P_2 \cdot 3 - q \cdot 6 \cdot 3 = 0, \quad \text{bunnan } R_{Sh_3} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 3 - 8 \cdot 3}{6} = 8kN.$$

$$\text{Tekseriw: } R_{Sh_3} + R_E - q \cdot 6 - P_2 = 8 + 24 - 4 \cdot 6 - 8 = 0.$$

Balkanı aralıqlarg'a bo'lip,  $M_x$  h'a'm  $Q_x$  ushın ten'lemeler du'zemiz.

Birinshi aralıq:  $0 \leq x_1 \leq 6m.$

$$M_{x_1} = R_{Sh_3} \cdot x_1 - q \frac{x_1^2}{2} = 8 \cdot x_1 - \frac{4}{2} x_1^2;$$

$$Q_{x_1} = R_{Sh_3} - q \cdot x_1 = 8 - 4x_1;$$

$$\text{Eger } x_1 = 0 \text{ bolsa: } M_{x_1} = 0; \quad Q_{x_1} = 8 - 4 \cdot 0 = 8kN.$$

$$x_1 = 3 \text{ bolsa: } M_{x_1} = 8 \cdot 3 - 4 \cdot \frac{3^2}{2} = 6kNm.$$

$$x_1 = 6m \text{ bolsa: } M_{x_1} = 8 \cdot 6 - 4 \cdot \frac{6^2}{2} = -24kNm;$$

$$Q_{x_1} = 8 - 4 \cdot 6 = -16kN.$$

İyildiriwshi moment ten'lemesi ekinshi da'rejeli bolg'anlıg'ı sebepli, onın' epyurası parabola nızamı boyınsha o'zgeredi. Maksimal iyildiriwshi momentlerdin' ma'nisin anıqlaw ushın iyildiriwshi moment ten'lemesinen  $x$  boyınsha bir ma'rte tuwındı alamız, yamasa kese ku'sh ten'lemesin nolge ten'leyimiz, Juravskiy teoremasına muwapıq:

$$Q_{x_1} = \frac{dM_x}{dx};$$

$$x_1 = \frac{R_{Sh_3}}{q}, \quad \text{bunnan } x_1 = \frac{8}{4} = 2m.$$

Demek, maksimal iyildiriwshi momenttin' ma'nisi balkanın' shep tayanışında 2m aralıqtag'ı kesimde ju'zege keledi h'a'm onın' ma'nisi to'mendegishe anıqlanadı:

$$M_{\max} = R_{Sh_3} \cdot x_1 - q \frac{x_1^2}{2} = 8 \cdot 2 - 4 \frac{2^2}{2} = 8kNm.$$

Ekinshi aralıq:

$$0 \leq x_2 \leq 3m.$$
$$M_{x_2} = -R_{Sh_2} \cdot x_2 = -8 \cdot x_2; \quad Q_{x_2} = P_2 = 8kN.$$

$$\text{Eger } x_2 = 0 \text{ bolsa: } M_{x_2} = 0.$$

$$x_2 = 3m \text{ bolsa: } M_{x_2} = -8 \cdot 3 = -24kNm.$$

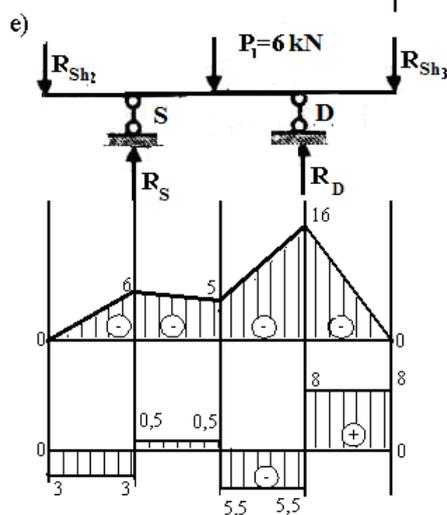
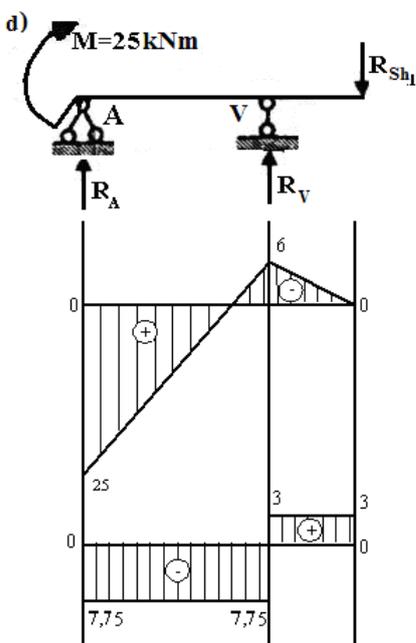
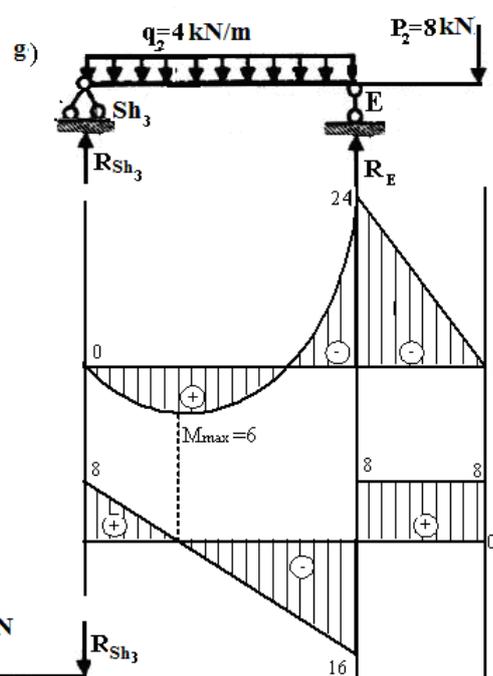
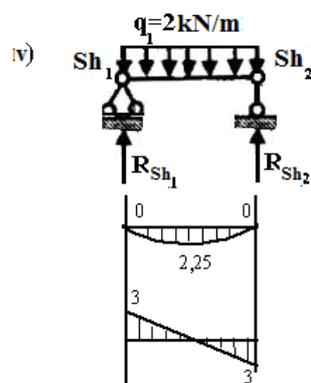
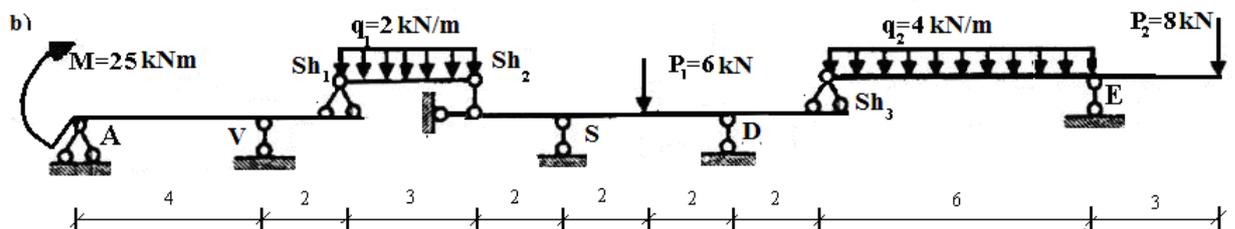
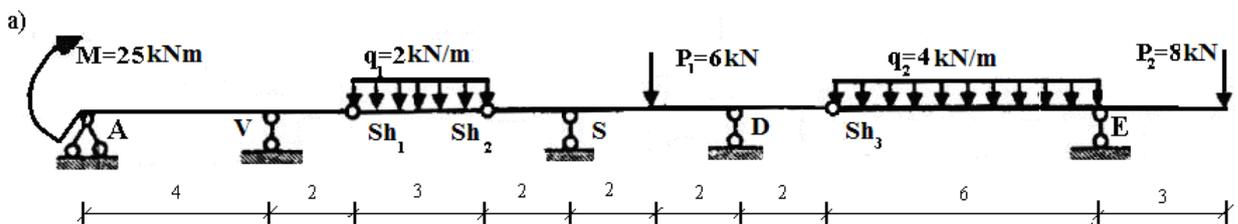
Toplang'an ma'nisler tiykarında  $M_x$  h'a'm  $Q_x$  epyuralarin sızamız  
(1.1.g – su'wret).

5) *Tiykarg'i AVSh<sub>1</sub> balkanı esaplaw.* Bul balkag'a Sh<sub>1</sub> sharnirine tayang'an Sh<sub>1</sub>Sh<sub>2</sub> aspa balkanın' ta'siri R<sub>Sh1</sub> reaksiya ku'shi kerı bag'ıtta qoyılıp, R<sub>A</sub> h'a'm R<sub>V</sub> tayanish reaksiyaların anıqlaymız. Son'ınan  $M_x$  h'a'm  $Q_x$  epyuralarin sızamız  
(1.1.d – su'wret).

$$\sum M_A = R_{Sh_1} \cdot 6 + M - R_V \cdot 4 = 0, \text{ bunnan } R_V = \frac{M + R_{Sh_1} \cdot 6}{4} = 10,75kN.$$

$$\sum M_V = R_{Sh_1} \cdot 2 + M + R_A \cdot 4 = 0, \text{ bunnan } R_A = \frac{-M - R_{Sh_1} \cdot 2}{4} = -7,75kN.$$

$$\text{Tekseriw: } \sum Y = R_V + R_A - R_{Sh_1} = 10,75 - 7,75 - 3 = 0.$$



1.1 – su'wret

Birinshi araliq ( $0 \leq x_1 \leq 2\text{m}$ ) ushın  $M_x$  h'a'm  $Q_x$  ten'lemelerin du'zip, olardın' ordinataların anıqlaymız:

$$M_{x_1} = M - R_A \cdot x_1;$$

$$R_A - Q_{x_1} = 0; \quad Q_{x_1} = R_A = -7,75kN.$$

$$\text{Eger } x_1 = 0 \text{ bolsa: } M_{x_1} = 25kNm;$$

$$x_1 = 4m \text{ bolsa } M_{x_1} = 25 + (-7,75) \cdot 4 = -6kNm.$$

Ekkinshi aralıq:  $0 \leq x_2 \leq 2m$ .

$$M = -R_{Sh_1} \cdot x_2;$$

$$Q = R_{Sh_1} = 3kN.$$

$$\text{Eger } x_2 = 0 \text{ bolsa: } M_{x_2} = 0;$$

$$x_2 = 2m \text{ bolsa: } M_{x_2} = -6kNm.$$

Anıqlang'an shamalar tiykarında  $M_x$  h'a'm  $Q_x$  epyuraların sızamız (1.1.d – su'wret).

6) *Tiykarg'ı Sh<sub>2</sub>SDSh<sub>3</sub> balkasın esaplav.* Bul balkag'a Sh<sub>2</sub> sharnirine tayang'an Sh<sub>1</sub>Sh<sub>2</sub> aspa balkanın' ta'sirin kerı bag'ıttag'ı R<sub>Sh<sub>2</sub></sub> reaksiyası arqalı h'a'm Sh<sub>3</sub> sharnirine tayang'an Sh<sub>3</sub>E ja'rdemshi balkanın' ta'sirin R<sub>Sh<sub>3</sub></sub> reaksiyası menen kerı bag'ıtta almasırtıp, da'slep R<sub>D</sub> h'a'm R<sub>S</sub> tayanış reaksiyaların anıqlaymız:

$$\sum M_S = -R_D \cdot 4 + R_{Sh_3} \cdot 6 + P \cdot 2 - R_{Sh_2} \cdot 2 = 0; \text{ bunnan}$$

$$R_D = \frac{P \cdot 2 - R_{Sh_2} \cdot 2 + R_{Sh_3} \cdot 6}{4} = \frac{6 \cdot 2 + 8 \cdot 6 - 3 \cdot 2}{4} = 13,5kN.$$

$$\sum M_D = R_S \cdot 4 + R_{Sh_3} \cdot 2 - P \cdot 2 - R_{Sh_2} \cdot 6 = 0;$$

$$\text{bunnan } R_S = \frac{3 \cdot 6 + 6 \cdot 2 - 8 \cdot 2}{4} = 3,5kN; \quad R_S = 3,5kN.$$

$$\text{Tekseriw: } \sum Y_i = R_S + R_D - R_{Sh_2} - R_{Sh_3} - P_1 = 3,5 + 13,5 - 3 - 8 - 6 = 0.$$

Balkanı aralıqlarg'a bo'lip,  $M_x$  h'a'm  $Q_x$  ushın ten'lemeler du'zemiz (1.1.e – su'wret).

Birinshi aralıq:  $0 \leq x_1 \leq 2m$ .

$$M_{x_1} = -R_{Sh_2} \cdot x_1 = -3 \cdot x_1;$$

$$Q_{x_1} = -R_{Sh_2} = -3kN;$$

$$\text{Eger } x_1 = 0 \text{ bolsa: } M_{x_1} = 0;$$

$$x_1 = 2m \text{ bolsa: } M_{x_1} = -3 \cdot 2 = -6kNm.$$

Ekkinshi aralıq:  $0 \leq x_2 \leq 2m$ .

$$M_{x_2} = -R_{Sh_2} (2 + x_2) + R_S \cdot x_2;$$

$$Q_{x_2} = -R_{Sh_2} + R_S = -3 + 3,5 = 0,5kN.$$

$$\text{Eger } x_2 = 0 \text{ bolsa: } M_{x_2} = -6kNm;$$

$$x_2 = 2m \text{ bolsa: } M_{x_2} = -3 \cdot (2 + 2) + 3,5 \cdot 2 = -5kNm.$$

U'shinshi aralıq:  $0 \leq x_3 \leq 2m$ .

$$M_{x_3} = -R_{Sh_3} \cdot x_3; \quad Q_{x_3} = R_{Sh_3} = 8kN;$$

$$\text{Eger } x_3 = 0 \text{ bolsa: } M_{x_3} = 0;$$

$$x_3 = 2m \text{ bolsa: } M_{x_3} = -8 \cdot 2 = -16kNm.$$

To'rtinchi aralıq:  $0 \leq x_4 \leq 2m$ .

$$M_{x_4} = -R_{Sh_2}(4 + x_4) + R_S(2 + x_4) - P_1 \cdot x_4;$$

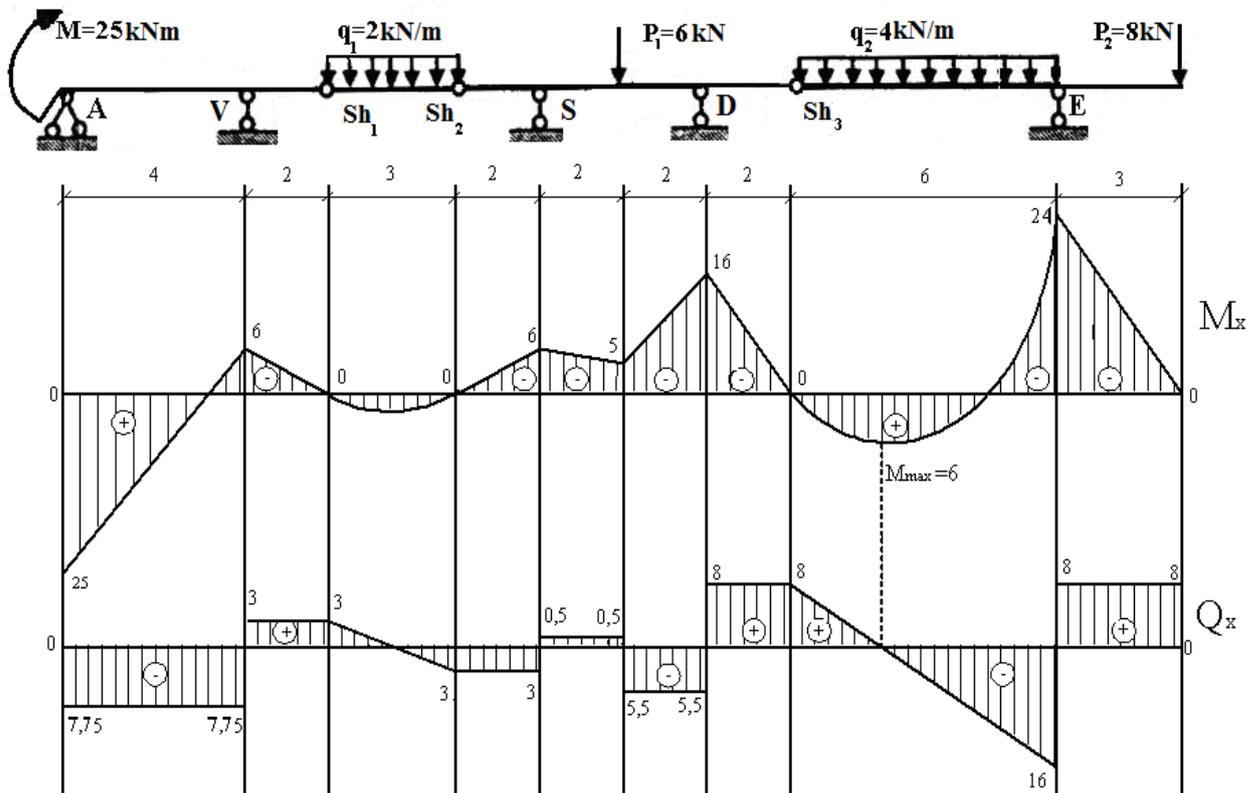
$$Q_{x_4} = -R_{Sh_2} + R_S - P_S = -3 + 3,5 - 6 = -5,5kN.$$

Eger  $x_4 = 0$  bolsa:  $M_{x_4} = -5kNm$ ,

$$x_4 = 2m \text{ bolsa: } M_{x_4} = -3 \cdot 6 + 3,5 \cdot 4 - 6 \cdot 2 = -16kNm.$$

Anıqlang'an shamalar tiykarında  $M_x$  h'a'm  $Q_x$  epyuralarin sızamız (1.1,e – su'wret).

7) Aspa, ja'rdemshi h'a'm tiykarig'ı balkalar ushın sızılq'an  $M_x$  h'a'm  $Q_x$  epyuralarin bir koordinatalar sistemasına keltirip, ko'p aralıqlı balkanın' iyiwshi moment (M) h'a'm kese ku'sh (Q) epyuralarin quramız. Bul epyuralar 1.2-su'wrette ko'rsetilgen.



1.2-su'wret